

# EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DA TERRA, RENDIMENTO E COMPONENTES DO RENDIMENTO DE CULTURAS EM CONSÓRCIO<sup>1</sup>

CARLOS MARCÍRIO NAUMANN MACHADO<sup>2</sup>, NILSON GILBERTO FLECK<sup>3</sup>  
e RODRIGO SALDANHA DE SOUZA<sup>4</sup>

**RESUMO** - Em continuação à pesquisa iniciada no ano agrícola anterior, um experimento de campo envolvendo os monocultivos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e milho (*Zea mays* L.) e a associação destas espécies, duas a duas, foi conduzido durante o ano agrícola 1982/83. O local da pesquisa foi a Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Guaíba, RS. Os principais objetivos foram os de comparar consórcios e monocultivos quanto à eficiência na utilização da terra, além de verificar o comportamento individual das culturas consorciadas. Todos os sistemas de cultivo, semeados na mesma época, foram submetidos a dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0 e 80 kg/ha) e dois níveis de controle de plantas daninhas (com e sem capina). As associações mostraram maior eficiência na utilização da terra em relação às suas culturas exclusivas correspondentes. O girassol e o milho mostraram habilidades competitivas similares e exerceram forte efeito competitivo sobre o feijão. A utilização de nível de manejo mais tecnificado foi principalmente canalizado pelas culturas de maior estatura, em detrimento do feijão consorciado. Sob baixa disponibilidade de nitrogênio, o milho foi mais competitivo para o feijão do que o girassol; com alta disponibilidade de N ocorreu o inverso. Para girassol e milho, sob estresse ambiente, é recomendável a utilização de populações por área inferiores às normalmente recomendadas.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, milho, feijão, girassol, cultivo associado, competição, cultivo consorciado.

## EFFICIENCY IN LAND UTILIZATION, YIELD AND YIELD COMPONENTS OF CROPS IN ASSOCIATION

**ABSTRACT** - Continuing research initiated in the previous growing season, a field experiment was conducted during 1982/83 involving the sole crops of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.), corn (*Zea mays* L.), and sunflower (*Helianthus annuus* L.) and the associations of these species two by two. The research was located at the Estação Experimental Agronômica de Universidade Federal do Rio Grande do Sul, at Guaíba, RS, Brazil. The main objectives were to compare monocultures and intercrops in land utilization efficiency and to evaluate the individual behaviour of crop species when grown in association. All the crop systems, established at the same date, were submitted to two nitrogen side dressing levels (0 and 80 kg/ha) and to two weed control practices (with and without hoeing). The intercrops showed greater efficiency in land utilization than the correspondent sole crops. Sunflower and corn presented equivalent competition abilities and exerted high competition effect on beans. The utilization of high management level was mainly canalized by the tallest crops, in detriment of the associated dry beans. Under low disposable nitrogen, corn was more competitive to beans than sunflower; however, under high disposable nitrogen, the opposite occurred. For sunflower and corn under environmental stress, it is recommended to utilize lower plant populations than those normally used.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, corn, dry beans, sunflower, intercropping, competition.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 24 de setembro de 1986. Trabalho financiado pelo CNPq, PME/SEPLAN e PROPESP/UFRS.

<sup>2</sup> Prof.-Assistente, M.Sc., Dep. de Fitotec., Fac. de Agron., UFRS, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 90001, Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Prof.-Adjunto, Dep. de Fitotec., Ph.D., Fac. de Agron., UFRS, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Acadêmico do Curso de Graduação em Agron., UFRS, Bolsista do CNPq.

## INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, tem havido um incremento significativo no número de pesquisas relacionadas com consórcio de culturas. Tal aspecto não é gratuito, já que a maioria dos produtores brasileiros, pequenos produtores, utilizam sobremaneira a prática de associar diferentes culturas na

mesma área e na mesma estação de crescimento. No Brasil, em relação às culturas de feijão e milho, por exemplo, cerca de 58% dos produtores de feijão, perfazendo 59% da área semeada com esta cultura, adotam o cultivo em associação, notadamente com o milho. Quanto a este cereal, 57% dos produtores, envolvendo 42% da área semeada, utilizam a prática de associação de culturas (Fundação IBGE 1980).

Trabalhos experimentais têm apontado maior eficiência na utilização da terra por sistemas consorciados, em relação às monoculturas correspondentes (Osiru & Willey 1972, Willey & Osiru 1972, Francis et al. 1978, Vieira et al. 1980, Machado et al. 1984a). Tais incrementos, verificados tanto sob elevados como baixos níveis de manejo, estão em função de complementaridades temporais e/ou espaciais, ocorrentes quando duas espécies interagem, levando à melhor utilização dos recursos disponíveis (Crookston 1976, Willey 1979).

Para comparar um consórcio de duas culturas com os dois monocultivos correspondentes, considerando igual área de terra cultivada e o mesmo nível de manejo, o parâmetro mais utilizado pelos pesquisadores tem sido o índice de uso eficiente da terra (UET) (Andrews & Kassam 1976, Willey 1979, Mead & Willey 1980, Vieira 1984). Este índice, além de mostrar a área de terra necessária para que as monoculturas proporcionem um rendimento equivalente ao de um hectare do consórcio, pode indicar, também, que a diferença entre o UET obtido em um consórcio (normalmente  $> 1$ ) e o UET dos monocultivos ( $= 1$ ), representa um acréscimo em termos de eficiência biológica do sistema de cultivo consorciado (Mead & Willey 1980). Obviamente, quando da apresentação dos resultados experimentais devem, também, ser reportados os valores dos rendimentos individuais das culturas, para proporcionar melhor avaliação da produtividade total de um determinado sistema de cultivo (Vieira 1984).

Em relação aos rendimentos individuais — por exemplo: de feijão e milho —, alguns trabalhos têm apontado expressivas reduções no rendimento do feijão, ao passo que o milho associado não tem apresentado reduções significativas, comparando-se com o monocultivo de milho (Willey & Osiru

1972, Santa-Cecília & Vieira 1978, Portes & Carvalho 1983). Por sua vez, Machado et al. (1984a), estudando o consórcio feijão + milho em fileiras alternadas com 100 e 25 mil plantas/ha, respectivamente, sob elevadas e baixas condições de manejo, encontraram, na média, UETs parciais de 0,53 (feijão) e 0,65 (milho). Este aspecto demonstra que o rendimento individual de culturas consorciadas é bastante variável, estando na dependência de diversos fatores, tais como: disponibilidade dos recursos do ambiente em períodos de maiores exigências para cada cultura, populações e disposição das culturas a campo, cultivares utilizadas, alteração de algum fator no meio, como por exemplo, adição de nitrogênio em cobertura, etc. De uma maneira geral, pode-se afirmar que o rendimento de uma cultura em consórcio é inversamente proporcional ao rendimento da cultura companheira, pela relação de competição estabelecida.

Esta relação de competição, ocorrente durante todo ou parte do ciclo das culturas em consórcio, pode ser apreciada com maior detalhe através das variações observadas nos componentes do rendimento das culturas. Deste modo, Francis et al. (1978) não encontraram alterações nos componentes do rendimento do milho associado ao feijão, mas Willey & Osiru (1972), nesta mesma consorciação, referiram acréscimo no número de grãos por espiga do milho cultivado em associação. Outro estudo evidenciou acréscimos no número de grãos por espiga e no peso dos grãos de milho consorciado ao feijão, em relação ao seu monocultivo (Machado et al. 1984b). Quanto ao feijão, Willey & Osiru (1972) apontaram reduções no número de legumes por planta e no número de grãos por legume, quando da associação com o milho. Já o estudo desenvolvido por Machado et al. (1984b) evidenciou que as variações nos componentes do rendimento do feijão foram consequência da interação entre o manejo adotado e o sistema de cultivo no qual o feijão esteve inserido.

Os resultados de pesquisa a respeito do comportamento dos componentes do rendimento de culturas consorciadas mostram variações, já que os componentes do rendimento são influenciados também pelos fatores antes mencionados, responsáveis pelo rendimento final de cada cultura. De

qualquer maneira, torna-se recomendável o estudo deste comportamento, dada a existência de espécies que aparentam ser bastante competitivas, como, por exemplo, o girassol, que, consorciado — principalmente com feijão, mas também com milho —, mostrou elevados acréscimos no número de aquênios por capítulo e no peso de aquênios, em relação à monocultura de girassol (Machado et al. 1984b).

Para a realização deste trabalho foram selecionadas as culturas de feijão, girassol e milho. O consórcio de feijão com milho já é prática bastante tradicional no meio rural. Quanto ao girassol, além de conter elevado teor de óleo, existe a possibilidade de a sua sementeira ser realizada cedo (agosto/setembro) em algumas regiões do Rio Grande do Sul. Tal fato vem despertando o interesse de técnicos, produtores e da indústria, tendo em vista a ociosidade da indústria esmagadora da soja no período dezembro-fevereiro (Silva 1983).

Esta pesquisa se propôs a ser uma continuação do trabalho realizado no ano agrícola 81/82 (Machado 1983, Machado et al. 1984a, 1984b). Os objetivos foram comparar consórcios e monocultivos quanto à eficiência na utilização da terra, e verificar o comportamento dos rendimentos e componentes do rendimento de grãos de cada cultura, nos diferentes sistemas de cultivo utilizados, procurando enfatizar diferenças ocorridas entre os dois anos agrícolas.

#### MATERIAL E MÉTODOS

A localização do experimento foi mantida idêntica à do ano agrícola 81/82, com cada subparcela ocupando a mesma área de solo que ocupara no sistema do ano anterior. As variações ocorridas, além da própria variação entre anos, foram a época e modo de aplicação do nitrogênio em cobertura, a época de realização das capinas e a cultivar de girassol empregada.

Os trabalhos experimentais foram conduzidos no campo durante a estação de crescimento 1982/83, no município de Guaíba, RS, na região fisiográfica da Depressão Central.

Segundo dados da Estação Agrometeorológica da EEA/UFRGS, durante o período de observação 1968/1977, a temperatura média anual foi de 19,6°C, e a precipitação pluvial média anual, de 1.398 mm. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentam, freqüentemente, períodos de deficiências hídricas (Beltrame et al.

1979). Os dados referentes à precipitação pluvial e evapotranspiração potencial, por decêndios, do local, no período de agosto de 1982 a janeiro de 1983, assim como os períodos de permanência das culturas no campo, independentemente do sistema de cultivo utilizado, estão ilustrados na Fig. 1.

O solo onde foi instalado o experimento pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, sendo classificado como laterítico bruno-avermelhado distrófico (Brasil 1973). A análise prévia do solo, realizada antes do experi-

mento de 81/82, mostrou as seguintes características: textura franca, pH (SMP) de 6,5, 12,5 ppm de P, 80 ppm de K e 1,7% de matéria orgânica.

A adubação de manutenção foi realizada de modo uniforme sobre a área experimental um dia antes da sementeira das culturas. Esta adubação foi constituída por 20 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Quinze dias antes da sementeira foi aplicado calcário dolomítico, uniformemente, sobre a área experimental, na razão de 1,5 t/ha.

O preparo do solo constou de uma aração e uma gradagem realizadas quinze dias antes da sementeira, e por mais uma gradagem após a distribuição dos adubos de manutenção sobre o terreno.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, dispostas em blocos ao acaso, com quatro repetições.

Nas parcelas principais foi localizada a adubação nitrogenada em cobertura, com adição de 80 kg/ha de N e sem adição de N em cobertura. Nas subparcelas foi localizado o controle de plantas daninhas, com controle através de capinas e sem controle. Os diferentes sistemas de cultivo foram dispostos nas subsubparcelas, e consistiram dos monocultivos de feijão, girassol e milho e das associações destas espécies, duas a duas.

As escalas dos estádios de crescimento das culturas utilizadas para referenciar épocas de aplicação dos tratamentos foram as sugeridas por Azael (1976) para o feijão, Siddiqui et al. (1975) para o girassol e Hanway (1963) para o milho.

Na adubação nitrogenada em cobertura usou-se o sulfato de amônio (21% de nitrogênio). Esta adubação foi aplicada, para todos os sistemas de cultivo, aos 38 dias após a emergência das culturas, quando elas apresentavam plantas nos estádios de crescimento IV-6 (feijão com seis folhas trifolioladas), 2.2 (girassol com duas folhas alternadas) e 1 (milho com a região ligular da quarta folha visível).

O controle de plantas daninhas foi realizado através de duas capinas manuais, realizadas aos 25 e 60 dias após a emergência das culturas, respectivamente. A avaliação dos estádios de crescimento mostrou que, por ocasião da primeira capina, as culturas se encontravam nos estádios IV-2 (feijão), 1.3 (girassol) e 1 (milho). Por ocasião da segunda capina, o feijão se encontrava no estádio VI, o girassol no 3.1 e o milho no 3.

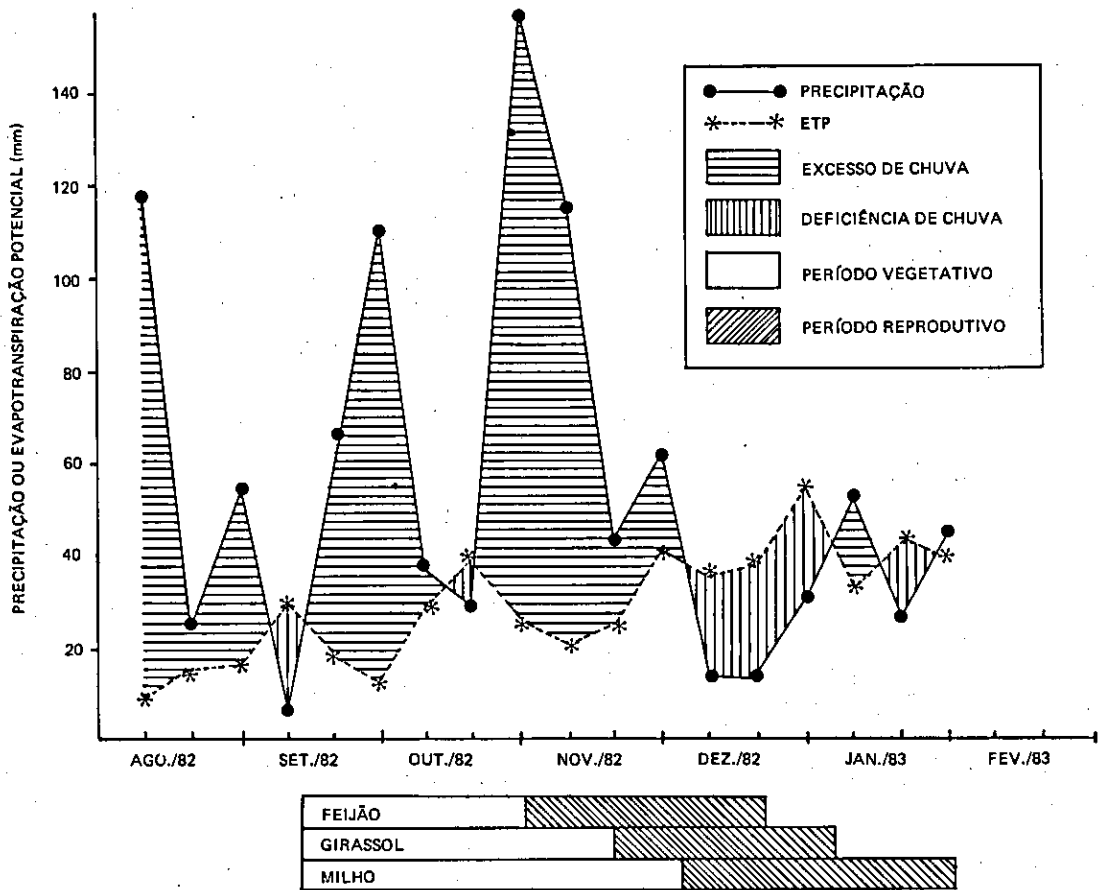


FIG. 1. Período de permanência das culturas no campo e deficiências e excessos pluviométricos ocorridos de agosto/1982 a janeiro/1983 na EEA/UFRGS, Guaíba, RS. Evapotranspiração calculada pelo método de Penman e Bavel, segundo Camargo (1962).

As subsubparcelas dos diferentes sistemas de cultivo que foram avaliados no experimento apresentaram as seguintes características:

(a) feijão em monocultivo – oito fileiras de 6 m de comprimento distanciadas entre si em 0,5 m, contendo onze plantas por metro. A área útil colhida para avaliar o rendimento de grãos foi de  $8 \text{ m}^2$  (quatro fileiras centrais com bordadura de 1 m em cada uma das extremidades da subsubparcela);

(b) girassol em monocultivo – quatro fileiras de 6 m de comprimento distanciadas entre si em 1 m. O espaçamento entre plantas, dentro da fila, foi de 0,20 m (cinco plantas por metro). A área útil colhida foi de  $8 \text{ m}^2$  (duas filas centrais);

(c) milho em monocultivo – do mesmo modo que o monocultivo de girassol;

(d) consórcio feijão + girassol – quatro fileiras de feijão distanciadas entre si em 1 m, com onze plantas por metro de fila. A área útil foi de  $8 \text{ m}^2$  (duas filas centrais). O

girassol participou com quatro fileiras distanciadas entre si em 1 m, com espaçamento de 0,4 m entre plantas dentro da fila (2,5 plantas por metro). A área útil considerada para o girassol foi de  $8 \text{ m}^2$  (duas filas centrais);

(e) consórcio feijão + milho – do mesmo modo que o consórcio feijão + girassol;

(f) consórcio girassol + milho – quatro fileiras de girassol e quatro fileiras de milho, com 1 m de distância entre filas de uma mesma cultura. O espaçamento entre plantas dentro da fila foi de 0,4 m. A área útil considerada para cada cultura foi de  $8 \text{ m}^2$  (duas filas centrais).

Em todas as associações as culturas foram dispostas em fileiras alternadas.

As densidades populacionais estabelecidas para as monoculturas foram de 220 mil plantas/ha para o feijão e 50 mil plantas/ha para girassol e milho. Nos consórcios, em todos os casos, cada cultura participou com a metade da população do respectivo monocultivo.

A cultivar de feijão utilizada foi Guateian 6662, de há-

bito arbustivo e indeterminado. Os híbridos utilizados para girassol e milho foram, respectivamente, Contisol 711, de ciclo precoce e porte baixo, e Pioneer 6872, de ciclo precoce e grãos semidentados.

O girassol foi semeado no dia 14 de setembro de 1982, enquanto o feijão e o milho, um dia antes. O feijão foi inoculado em todos os casos com estirpe específica de *Rhizobium phaseoli*. Todas as culturas foram semeadas com implementos manuais.

A emergência das plantas de feijão e milho ocorreu seis dias após a semeadura. O girassol emergiu sete dias após a data da semeadura. Quinze dias após a emergência foi realizado um desbaste, mantendo-se onze plantas de feijão por metro e uma planta de girassol ou milho por cova.

O feijão foi colhido 95 dias após a emergência, quando se encontrava no estádio VIII, e o girassol, no estádio 5.3, aos 109 dias após a emergência. O milho foi colhido 150 dias após a emergência, ocasião em que se encontrava no estádio 10.

**Índice de uso eficiente da terra (UET)** — Como o experimento foi realizado com três associações e três monoculturas distintas, foram realizadas três análises de variância para o UET. Cada uma destas análises envolveu o UET obtido para uma determinada associação e o UET dos monocultivos correspondentes. O cálculo do UET foi realizado de acordo com Willey (1979) e Mead & Willey (1980). Este cálculo, pelo delineamento utilizado, foi exatamente igual ao realizado no experimento anterior (Machado 1983, Machado et al. 1984a). Ou seja, para cada uma das quatro combinações possíveis dos fatores nitrogênio em cobertura e controle de ervas havia quatro repetições de cada sistema de cultivo. Então, dentro de cada uma destas repetições foram obtidas as razões dos rendimentos individuais obtidos em consórcio em relação aos respectivos monocultivos.

No presente trabalho, procurou-se, também, obter, além deste índice, um parâmetro mais rígido, já que, segundo Mead & Willey (1980), uma possível causa de superestimativa do UET, em experimentos, é a possibilidade de, por alguma razão, ocorrer pequeno rendimento de qualquer monocultura. Tal fato poderia superestimar uma (ou mais) das repetições, superestimando a média dos UETs para as consorciações.

A alternativa encontrada foi a de, dentro de cada uma das quatro combinações possíveis dos fatores adubação nitrogenada em cobertura e controle de plantas daninhas, obter-se um rendimento médio das quatro repetições das monoculturas de feijão, girassol e milho. Este rendimento médio foi utilizado como denominador único para a obtenção do índice, sempre dentro de cada combinação de N em cobertura e controle de ervas. A este índice foi atribuída a denominação de UET modificado (UETm), já que houve modificação em relação ao cálculo utilizado no experimento de 81/82.

Outros aspectos relacionados com o índice de uso eficiente da terra dizem respeito aos UETs parciais de cada

cultura. Estes valores podem ser utilizados para evidenciar efeitos competitivos de uma espécie sobre outra, em uma determinada associação, além de possibilitarem a determinação das áreas de terra necessárias para cada cultura em monocultivo, de modo a haver similaridade com os rendimentos obtidos no consórcio (Willey 1979 e Mead & Willey 1980). A contribuição relativa de uma cultura para o UET total, obtido em uma associação, derivou da razão entre o seu UET parcial e o UET total do sistema.

**Rendimento de grãos das culturas** — O rendimento de grãos das culturas foi avaliado para quantificar o comportamento desta variável nas diferentes tecnologias e sistemas de cultivo empregados, além de este valor ter sido utilizado nos cálculos dos índices de uso eficiente da terra. Para todas as culturas, o rendimento de grãos foi calculado e expresso em kg/ha, a 13% de umidade.

**Componentes do rendimento de grãos das culturas** — Para o feijão, os componentes do rendimento considerados foram o número de legumes por planta, o número de grãos por legume e o peso de grãos. Em relação ao girassol, considerou-se o número de aquênios por capítulo e o peso de aquênios. O número de grãos por espiga e o peso de grãos foram os componentes do rendimento considerados para o milho. Também foi realizada, antes da colheita das culturas, uma contagem do número de plantas de feijão, e do número de capítulos de girassol e espigas de milho, em todos os tratamentos.

Para as três culturas, os componentes do rendimento foram obtidos através de uma amostragem de dez plantas, retiradas da área útil de cada subparcela. O peso de grãos foi obtido através de amostra de 400 grãos, secados até peso constante. Posteriormente, o peso de grãos foi expresso a 13% de umidade. O número de grãos por legume e o número de legumes por planta de feijão foram contados manualmente. Já os números de aquênios e grãos por capítulo ou espiga de girassol e milho, respectivamente, foram obtidos pela relação entre o peso de 400 aquênios ou grãos secos com o peso total dos grãos secos contidos nas amostras de dez plantas daquelas culturas.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho experimental, para melhor entendimento, serão divididos da seguinte maneira: primeiramente, serão relatados os resultados comparativos entre sistemas de cultivo e, após, relatar-se-ão aqueles dados correspondentes ao rendimento de grãos e componentes do rendimento das culturas estudadas, dentro de cada sistema de cultivo.

### Índices de uso eficiente da terra (UET e UETm)

Estes parâmetros evidenciaram que as três associações avaliadas no experimento tornaram o uso

TABELA 1. Índices de uso eficiente da terra (UET e UETm), totais e parciais, e contribuições relativas das culturas considerando as três consorciações avaliadas, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Sistemas de cultivo	UET	UETs parciais	Contribuições relativas (%)	UETm <sup>1</sup>	UETs parciais	Contribuições relativas (%)
Feijão		0,432	38,5		0,427	38,4
+	1,122	+	+	1,112	+	+
Girassol		0,690	61,5		0,685	61,6
Feijão		0,354	28,0		0,352	30,3
+	1,265	+	+	1,160	+	+
Milho		0,911	72,0		0,808	69,7
Girassol		0,566	48,0		0,562	51,0
+	1,177	+	+	1,101	+	+
Milho		0,611	52,0		0,539	49,0
Monocultivos	1,000 <sup>2</sup>	-	-	1,000 <sup>2</sup>	-	-

Coefficientes de variação (%) - Feijão + girassol: UET - Erro (A) = 10,4; Erro (B) = 11,3; Erro (C) = 10,6.  
 UETm - Erro (A) = 11,4; Erro (B) = 11,6; Erro (C) = 11,2.

- Feijão + milho: UET - Erro (A) = 18,0; Erro (B) = 17,8; Erro (C) = 18,3.  
 UETm - Erro (A) = 8,3; Erro (B) = 17,1; Erro (C) = 13,6.

- Girassol + milho: UET - Erro (A) = 14,6; Erro (B) = 18,8; Erro (C) = 18,1.  
 UETm - Erro (A) = 9,2; Erro (B) = 8,6; Erro (C) = 10,8.

<sup>1</sup> UET modificado, calculado utilizando-se como denominadores a média de quatro repetições do rendimento de grãos das monoculturas, dentro de cada combinação possível dos fatores adubação nitrogenada em cobertura e controle de plantas daninhas.

<sup>2</sup> Índices estatisticamente inferiores aos obtidos nas associações, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

da terra mais eficiente, em relação às monoculturas correspondentes (Tabela 1). Tal assertiva ficou bem evidente, pois foi utilizado, além do UET, o UETm, mais rigoroso nas comparações (descrito em Material e Métodos). Inclusive, optou-se pela utilização deste parâmetro (UETm) para a descrição destes resultados.

**Consórcio feijão + girassol** - Foi obtido UETm de 1,112 para o consórcio feijão + girassol, ou seja, a associação superou em 11,2% aos monocultivos de feijão e girassol. Os UETs parciais e as contribuições relativas de cada cultura para o UETm da associação estão, também, expostos na Tabela 1. Através destes valores pode-se verificar que, se as culturas estivessem dispostas como monocultivos, seriam necessários 0,427 ha de feijão e 0,685 ha de girassol, para que houvesse equivalência na eficiência do uso da terra proporcionada por um hectare com as culturas consorciadas. Estes valores também mostram que o girassol sobrepujou a cultura do feijão, comportando-se como espécie dominan-

te na utilização dos recursos disponíveis, o que fica claro verificando-se os valores das contribuições relativas de cada cultura.

**Consórcio feijão + milho** - O UETm obtido para esta associação foi de 1,160, ou seja, 16% superior na eficiência de utilização do solo em relação às monoculturas de feijão e milho (Tabela 1). Os UETs parciais e contribuições relativas de cada cultura para o UETm do consórcio estão, também, colocados na Tabela 1, e as mesmas considerações feitas para o sistema de cultivo feijão + girassol são, também, válidas para esta situação, tendo o milho se comportado como espécie dominante.

**Consórcio girassol + milho** - Esta associação mostrou eficiência em torno de 10% superior à proporcionada pelas monoculturas de girassol e milho (Tabela 1). Pode ser verificado, pelos UETs parciais, que a participação de cada cultura para o UETm global do consórcio foi similar, não havendo dominância de uma espécie sobre outra na utilização dos recursos disponíveis. Estes resultados indicam

TABELA 2. Influência da adubação nitrogenada em cobertura e de sistemas de cultivo sobre o rendimento de grãos, número de legumes por planta e peso dos grãos de feijão de feijão, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Sistemas de cultivo	Rendimento de grãos (kg/ha) <sup>1</sup>		Número de legumes por planta		Peso de 1.000 grãos (g) <sup>1</sup>	
	Adubação nitrogenada		Adubação nitrogenada		Adubação nitrogenada	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Monocultivo de feijão	A 1281 a	B 1124 a	A 11,9 a	B 8,2 a	A 183 a	B 168 b
Feijão + girassol	A 614 b	A 667 b	A 7,3 c	A 7,5 a	A 183 a	A 182 a
Feijão + milho	A 717 b	B 427 c	A 8,7 b	B 6,4 b	A 177 a	B 157 c
Coeficientes de variação (%):						
erro (A) = 31,9			16,7		6,9	
erro (B) = 31,9			22,7		4,6	
erro (C) = 18,9			11,7		4,5	

<sup>1</sup> Grãos com 13% de umidade.

Médias antecedidas por letras maiúsculas idênticas, na horizontal e para uma mesma variável, não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, numa coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

que, considerando que as culturas participaram com 25.000 plantas/ha (metade dos monocultivos correspondentes), ambas renderam um pouco mais do que 50% do rendimento obtido com os dois monocultivos.

### Rendimento e componentes do rendimento de grãos das culturas

#### a) Feijão

**Rendimento de grãos** - O rendimento de grãos do feijão foi afetado significativamente pelas interações adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo e controle de plantas daninhas x sistemas de cultivo.

Quanto à interação nitrogênio em cobertura x sistemas de cultivo (Tabela 2), foi verificado que apenas quando consorciado ao girassol não houve resposta à adição de N em cobertura sobre o rendimento de grãos de feijão. Nos outros sistemas, quando não houve adição de N em cobertura, os decréscimos no rendimento foram de 33,4% e 40,4%, respectivamente, para o monocultivo de feijão e sua associação ao milho.

Comparações entre os diferentes sistemas de cultivo, sob os dois níveis de adubo nitrogenado em cobertura, mostraram que os maiores rendimentos foram obtidos com o feijão em monocultivo, superiores estatisticamente aos rendimentos

obtidos nas consorciações. Quanto às associações, pode ser observado que, sem N em cobertura, o feijão consorciado ao girassol mostrou rendimento 56% superior ao do feijão em consórcio com o milho. Por outro lado, quando foi adicionado N em cobertura, os rendimentos do feijão, quer associado ao girassol, quer ao milho, não diferiram estatisticamente (Tabela 2).

Relativamente à interação controle de plantas daninhas x sistemas de cultivo (Tabela 3), verificou-se que o rendimento de grãos de feijão respondeu à utilização do controle de ervas apenas na monocultura. Neste sistema de cultivo a ausência do controle acarretou redução de 25,3% no rendimento de grãos do feijão.

Observando-se o efeito dos diferentes sistemas de cultivo nos quais o feijão esteve inserido, constatou-se que o rendimento foi superior no monocultivo, sob os dois níveis do fator controle de plantas daninhas. Quando o feijão esteve consorciado com girassol ou milho, não foi detectada diferença significativa em seu rendimento de grãos, com ou sem controle de plantas daninhas (Tabela 3).

**Número de legumes por planta** - As diferenças estatisticamente significativas, registradas para esta variável, resultaram das interações adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo e controle de plantas daninhas x sistemas de cultivo.

Em relação à primeira dessas interações (Tabela 2), foi observado que a ausência do N em cober-

TABELA 3. Influência do controle de plantas daninhas e de sistemas de cultivo sobre o rendimento de grãos e número de legumes por planta de feijão, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Sistemas de cultivo	Rendimento de grãos (kg/ha) <sup>1</sup>		Número de legumes por planta	
	Controle de plantas daninhas		Controle de plantas daninhas	
	Com controle	Sem controle	Com controle	Sem controle
Monocultivo de feijão	A 1834 a	B 1370 a	A 11,3 a	B 8,7 a
Feijão + girassol	A 699 b	A 582 b	A 7,6 c	A 7,1 b
Feijão + milho	A 677 b	A 466 b	A 8,7 b	A 6,4 b

<sup>1</sup> Grãos com 13% de umidade.

Médias antecedidas por letras maiúsculas idênticas na horizontal e para uma mesma variável não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas por letras minúsculas numa coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

tura proporcionou decréscimos significativos no número de legumes por planta em monocultivo (31,6%) e do feijão associado ao milho (26,2%). Não foi constatado efeito significativo da adubação em cobertura sobre o número de legumes por planta, quando os feijoeiros foram associados ao girassol.

Quanto à influência dos diferentes sistemas de cultivo sobre o número de legumes por planta (Tabela 2), foi verificado que, quando não houve adição de N em cobertura, o feijão associado ao milho apresentou o menor valor para este componente do rendimento, estatisticamente inferior ao valor proveniente do feijão em monocultivo ou associado ao girassol, os quais não mostraram diferenças significativas. O feijão consorciado ao girassol, nesta comparação, apresentou superioridade de 16% em relação ao feijão associado ao milho. Por outro lado, quando foi feita a adubação nitrogenada em cobertura, o número de legumes por planta no consórcio do feijão com o milho superou em 19% o número obtido na associação do feijão com girassol (Tabela 2). O maior número de legumes por planta foi verificado, com ou sem N em cobertura, no monocultivo de feijão.

Relativamente à interação controle de plantas daninhas x sistemas de cultivo (Tabela 3), pode ser observado que só houve efeito do controle de ervas sobre o número de legumes por planta do feijão em monocultivo. Neste caso, a ausência do

controle acarretou decréscimo de 23% no número de legumes por planta.

A comparação entre os diferentes sistemas de cultivo mostrou que o número de legumes por planta proveniente do feijão em monocultivo superou o advindo do feijão nas associações, nos dois níveis de controle de plantas daninhas (Tabela 3). Quanto aos valores obtidos nos consórcios, pode-se verificar que, sem controle de ervas, não houve diferença significativa entre eles. No entanto, quando foi utilizado o controle de plantas daninhas, a associação do feijão com girassol fez decrescer em 12% o número de legumes por planta de feijão, em relação ao obtido no consórcio feijão + milho (Tabela 3).

**Número de grãos por legume** - Não foi encontrada nenhuma diferença significativa para este componente de rendimento do feijão, em função dos fatores avaliados no experimento. O número médio obtido foi de 4,7 grãos por legume, com coeficientes de variação de 8,6% (parcela principal), 12,5% (subparcela) e 7,0% (subsubparcela).

**Peso de grãos** - O peso médio dos grãos de feijão sofreu variações decorrentes da interação adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo (Tabela 2). A adição de N em cobertura fez aumentar o peso dos grãos do feijão, exceto para o feijão associado ao girassol, quando não foi obtida alteração significativa com a adubação nitrogenada.



**TABELA 4.** Influência da adubação nitrogenada em cobertura e do controle de plantas daninhas sobre o rendimento de aquênios, número de aquênios por capítulo e peso de aquênios do girassol, EEA/UFRGS, Guaíba, 1982/83.

Variável	Adubação nitrogenada em cobertura		Controle de plantas daninhas	
	Com	Sem	Com controle	Sem controle
Rendimento de aquênios (kg/ha) <sup>1</sup>	A 1877	B 1226	A 1744	B 1359
Número de aquênios por capítulo	A 784	B 670	A 794	B 660
Peso de 1.000 aquênios <sup>1</sup>	A 75,6	B 56,3	A 69,2	B 62,7

Coefficientes de variação (%):

- Rendimento de grãos: Erro (A) = 20,1; Erro (B) = 10,4; Erro (C) = 12,3.

- Número de aquênios por capítulos: Erro (A) = 13,6; Erro (B) = 15,2; Erro (C) = 9,5.

- Peso de 1.000 aquênios: Erro (A) = 9,9; Erro (B) = 8,8; Erro (C) = 6,1.

<sup>1</sup> Aquênios com 13% de umidade.

Médias antecedidas por letras diferentes na horizontal e dentro de um mesmo fator, são significativamente diferentes, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação aos diferentes sistemas de cultivo, quando houve adição de N em cobertura, os pesos médios não diferiram significativamente (Tabela 2). Na ausência da adubação de cobertura, o feijão associado ao girassol proporcionou o maior peso, superior em 8,7% e 15,9% aos pesos registrados na monocultura e no consórcio com o milho, respectivamente. O menor peso, estatisticamente inferior aos demais, foi proveniente do feijão associado ao milho (Tabela 2).

**b) Girassol**

**Rendimento de aquênios** - O rendimento de aquênios do girassol foi influenciado significativamente pelos efeitos simples dos três fatores avaliados no experimento.

As ausências de nitrogênio aplicado em cobertura e do controle de plantas daninhas provocaram reduções de 34,7% e 22%, respectivamente, sobre o rendimento do girassol (Tabela 4).

Quanto à influência dos diferentes sistemas de cultivo, o maior rendimento foi obtido na monocultura, o qual foi significativamente superior ao dos demais (Tabela 5). Nessas comparações, o consórcio com a cultura do feijão reduziu o rendimento do girassol em 30,4% enquanto o consórcio do milho o diminuiu em 43,3%. Comparando as associações culturais, verificou-se que o girassol

com feijão produziu 22,6% mais que com o milho (Tabela 5).

**Número de aquênios por capítulo** - Este componente do rendimento do girassol foi afetado significativamente pelos três fatores testados.

Ocorreram reduções de 14,5% e 16,9%, quando não foram utilizados adubo nitrogenado em cobertura ou controle de ervas, respectivamente (Tabela 4).

Não foi encontrada diferença significativa entre os números obtidos com o girassol em monocultivo ou consorciado com o milho, sendo ambos sig-

**TABELA 5.** Influência de sistemas de cultivo sobre o rendimento de aquênios e número de aquênios por capítulo de girassol, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Sistemas de cultivo	Rendimento de aquênios (kg/ha) <sup>1</sup>	Número de aquênios por capítulo
Monocultivo de girassol	2057 a	700 b
Girassol + feijão	1431 b	766 a
Girassol + milho	1167 c	716 b

<sup>1</sup> Aquênios com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

nificativamente inferiores ao valor obtido na associação do girassol com o feijão (Tabela 5). O girassol consorciado com o feijão apresentou vantagem de 7% no número de aquênios por capítulo, quando comparado ao associado com o milho (Tabela 5).

**Peso de aquênios** - O controle de plantas daninhas e a interação adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo foram responsáveis pelas variações significativas registradas.

Ocorreu redução de 9,4% no peso dos aquênios quando não foi utilizado controle de ervas (Tabela 4).

A ausência de N em cobertura ocasionou decréscimos significativos no peso dos aquênios em todos os sistemas de cultivo (Tabela 6).

O maior peso de aquênios, significativamente superior, foi obtido quando o girassol esteve associado ao feijão, nos dois níveis de N em cobertura. Na ausência da adubação de cobertura, este peso superou em 13,2% e 16,0% os obtidos na associação com o milho e no monocultivo de girassol, respectivamente. Quando foi adicionado nitrogênio em cobertura, os percentuais obtidos foram de 19,2% e 29,0% (Tabela 6). Os pesos de aquênios no monocultivo e na associação com o milho não diferiram significativamente quando não houve adição de N em cobertura. No entanto, com adubação de cobertura, o peso obtido no monocultivo foi significativamente inferior (Tabela 6).

### c) Milho

**Rendimento de grãos** - O rendimento de grãos do milho foi significativamente influenciado pelo efeito do fator controle de plantas daninhas e pela interação adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo.

Quanto à interação (Tabela 7), a não utilização de nitrogênio em cobertura ocasionou decréscimos significativos no rendimento de milho, em todos os casos.

O menor rendimento de milho foi obtido no consórcio com o girassol, tanto na presença quanto na ausência de N em cobertura. Sem a adubação nitrogenada em cobertura não houve diferença significativa entre os rendimentos do milho obtidos na monocultura e no consórcio com o feijão. Porém, quando foi adicionado adubo nitrogenado em

**TABELA 6.** Influência da adubação nitrogenada em cobertura e de sistemas de cultivo sobre o peso de aquênios de girassol, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Sistemas de cultivo	Peso de 1.000 aquênios (g) <sup>1</sup>	
	Adubação nitrogenada em cobertura	
	Com	Sem
Monocultivo de girassol	A 67,3 c	B 53,0 b
Girassol + feijão	A 86,8 a	B 61,5 a
Girassol + milho	A 72,8 b	B 54,3 b

<sup>1</sup> Aquênios com 13% de umidade.

Médias antecedidas por letras maiúsculas diferentes, na horizontal, são significativamente diferentes, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, numa coluna, são significativamente diferentes pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 7.** Influência da adubação nitrogenada em cobertura e de sistemas de cultivo sobre o rendimento de grãos de milho, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Sistemas de cultivo	Rendimento de grãos (kg/ha) <sup>1</sup>	
	Adubação nitrogenada em cobertura	
	Com	Sem
Monocultivo de milho	A 4357 a	B 1558 a
Milho + feijão	A 2976 b	B 1510 a
Milho + girassol	A 2139 c	B 870 b

<sup>1</sup> Grãos com 13% de umidade.

Médias antecedidas por letras maiúsculas diferentes, na horizontal, são significativamente diferentes, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, numa coluna, são significativamente diferentes pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

cobertura, o rendimento do milho na associação com o feijão foi inferior em 31,7% ao obtido na monocultura, enquanto que, associado ao girassol, apresentou redução de 50,9% em relação ao monocultivo.

**TABELA 8.** Influência da adubação nitrogenada em cobertura e do controle de plantas daninhas sobre o rendimento de grãos, número de grãos por espiga e peso dos grãos de milho, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Variável	Adubação nitrogenada em cobertura		Controle de plantas daninhas	
	Com	Sem	Com controle	Sem controle
Rendimento de grãos (kg/ha) <sup>1</sup>	A 3157	B 1313	A 2819	B 1652
Número de grãos por espiga	A 390	B 194	A 346	B 238
Peso de 1.000 grãos (g) <sup>1</sup>	A 269	B 237	A 277	B 230

Coefficientes de variação (%):

- Rendimento de grãos: Erro (A) = 20,2; Erro (B) = 25,3; Erro (C) = 17,8.

- Número de grãos por espiga: Erro (A) = 23,1; Erro (B) = 24,1; Erro (C) = 19,1.

- Peso de 1.000 grãos: Erro (A) = 8,7; Erro (B) = 13,4; Erro (C) = 7,1.

<sup>1</sup> Grãos com 13% de umidade.

Médias antecedidas por letras diferentes na horizontal e dentro de um mesmo fator são significativamente diferentes, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 9.** Influência dos sistemas de cultivo sobre o número de grãos por espiga e peso dos grãos de milho, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1982/83.

Sistemas de cultivo	Número de grãos por espiga	Peso de 1.000 grãos (g) <sup>1</sup>
Monocultivo de milho	258 b	343 a
Milho + feijão	243 b	269 a
Milho + girassol	264 b	247 b

<sup>1</sup> Grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Quando não foi utilizado o controle de plantas daninhas (Tabela 8), ocorreu decréscimo de 41,4% no rendimento de grãos de milho.

**Número de grãos por espiga** - Esta variável foi influenciada significativamente pelos efeitos dos três fatores avaliados no experimento.

Ausências de N em cobertura e de controle de plantas daninhas ocasionaram decréscimos de 50,2% e 31,2%, respectivamente, no número de grãos por espiga de milho (Tabela 8).

O maior número de grãos por espiga foi obtido no consórcio milho + feijão, superior em 33,7% e 36,8%, respectivamente, aos números obtidos com o milho associado ao girassol e em monocultivo, não havendo diferença significativa entre os últi-

mos (Tabela 9).

**Peso dos grãos** - Este componente também se mostrou influenciado pelos efeitos dos três fatores analisados.

Os decréscimos registrados foram de 11,9% e 17,0%, quando não foram utilizados adubo em cobertura e controle de ervas, respectivamente (Tabela 8).

Quanto ao efeito dos diferentes sistemas de cultivo (Tabela 9), o milho consorciado com o feijão apresentou o maior peso de grãos, significativamente superior aos registrados no monocultivo e na associação milho + girassol, os quais não diferiram significativamente entre si.

## DISCUSSÃO

Cabe esclarecer, inicialmente, que, sempre que forem referidos resultados da pesquisa ou trabalho anterior, os mesmos referem-se ao primeiro ano de condução do experimento em questão (Machado et al. 1984a, 1984b).

A comparação do comportamento individual de culturas em consórcio com seus respectivos monocultivos, quando as populações utilizadas para cada cultura são distintas, conforme o sistema de cultivo, não é simples, por causa de duas variáveis que se sobrepõem: o próprio sistema de cultivo, e as populações utilizadas. Manter inalterada a população de uma cultura em consórcio ou em monocul-

tivo poderia redundar em uma interação das competições intra e interespecíficas, ocasionando, provavelmente, depressões exageradas nos componentes do rendimento das culturas em consórcio. Deste modo, mesmo que uma determinada cultura apresentasse rendimento individual elevado, ficaria mascarada qualquer possibilidade de comparação das capacidades competitivas entre duas espécies em associação.

Aspectos que podem contornar o problema exposto é o de assumir que os monocultivos das espécies que são objeto de estudo, nas populações recomendadas pela pesquisa, proporcionem pressões de população similares sobre os recursos ambientes. Pode-se, então, obter uma relação de equivalência entre plantas de diferentes espécies, conforme a população das culturas exclusivas (Willey & Osiru 1972). Na presente pesquisa, assumiu-se que uma planta de girassol ou de milho eram equivalentes entre si e corresponderam a quatro plantas de feijão. Logo, se houvesse similaridade no efeito das competições intra e interespecíficas, os rendimentos esperados para cada cultura em consórcio deveriam representar metade dos valores obtidos nos monocultivos correspondentes (com cada UET parcial igual a 0,5).

Uma característica variável, conforme o sistema de cultivo utilizado, foi o arranjo das culturas no campo. O girassol e o milho, nos sistemas consorciados, receberam o dobro do espaçamento entre cada planta dentro da fileira, em relação aos monocultivos correspondentes. Talvez este arranjo pudesse favorecer a expressão dos componentes do rendimento destas culturas em sistemas associados, uma vez que a competição intra-específica deve ter diminuído. Quanto ao feijão, variou o espaçamento entre fileiras, porém foi mantido inalterado dentro de cada fila, o que, talvez, pudesse levar a uma idéia mais precisa do comportamento desta espécie nos diferentes sistemas de cultivo.

De qualquer forma, permanecem válidas aqui as pressuposições adotadas nos trabalhos anteriores, ou seja, de que as populações e os arranjos das culturas no campo foram consideradas características inerentes a cada sistema de cultivo dos quais as culturas foram participantes.

Reforçando os dados obtidos em 81/82, as associações superaram os monocultivos corresponden-

tes quanto à eficiência na utilização da terra (Tabela 1). Esta melhor utilização dos recursos disponíveis demonstra que ocorreram complementaridades temporais e/ou espaciais entre as espécies envolvidas nas associações. Certamente, entre o feijão e o milho e, entre o girassol e o milho, quando consorciados, a complementaridade temporal (maior diferença no ciclo) foi a principal responsável pelo UET superior à unidade, dando suporte às colocações de Crookston (1976) e de Willey (1979). Porém, mesmo na associação feijão + girassol (culturas de ciclo similar), também houve maior eficiência no uso do solo, em relação aos respectivos monocultivos. Portanto, em adição à complementaridade temporal, pode ocorrer, também, complementaridade espacial entre culturas consorciadas, através de melhor utilização global da radiação solar e de sistemas radiculares distintos que explorem umidade e nutrientes em diferentes profundidades do solo (Willey 1979).

Por outro lado, para associações envolvendo a cultura do girassol, são escassas as pesquisas que apontem os aspectos relacionados com arranjo e população de plantas. Então, dentro de um pacote tecnológico amplo, deveriam ser realizados trabalhos com a cultura do girassol em consórcio, variando população e arranjo, para colocar à disposição do produtor várias alternativas, conforme o seu objetivo.

Em relação aos UETs parciais de cada cultura em consórcio (Tabela 1), podem ser observadas algumas modificações, comparando-se com os valores obtidos no trabalho realizado no ano agrícola 81/82. Estas modificações dizem respeito ao comportamento diferencial do girassol e do milho no ano 82/83, em relação ao primeiro ano da pesquisa. Naquele primeiro ano, ocorreram problemas de deficiência hídrica severa nos meses de dezembro e janeiro, o que não deixa de ser fenômeno comum na região onde os trabalhos foram realizados. Naquela oportunidade foi detectado elevado rendimento do girassol consorciado, principalmente ao feijão, mas também ao milho, com UETs parciais médios do girassol de 0,980 (com o feijão) e de 0,858 (com o milho). Para a presente pesquisa, as condições de disponibilidade hídrica foram mais satisfatórias, embora tivesse ocorrido defi-

ciência hídrica nos meses de dezembro e janeiro (Fig. 1).

Este aspecto provavelmente ocasionou redução nos UETs parciais do girassol, em relação ao ano anterior, o que pode ser explicado pelo elevado rendimento da monocultura do girassol (Tabela 5). Mesmo sendo espécie considerada tolerante à seca (Robinson 1978), houve resposta à maior disponibilidade hídrica. O rendimento de aquênios, assim como os componentes do rendimento, particularmente sob manejo mais tecnificado, foram substancialmente maiores no ano agrícola 82/83 (Tabelas 4, 5, 6). Esta constatação tem significado especial para o monocultivo de girassol (Tabela 5). No ano agrícola 82/83, o rendimento do girassol associado ao feijão proporcionou valor absoluto superior ao obtido para o monocultivo do girassol no primeiro ano do experimento. Outrossim, no primeiro ano não foi obtido, para qualquer variável referente ao girassol, efeito significativo da adição de N em cobertura.

Em relação ao feijão, o girassol continuou a ser a espécie preponderante quando do consórcio entre estas duas culturas (Tabela 1); porém, em relação ao ano anterior, foi detectado incremento superior no rendimento do monocultivo do girassol, em relação ao do girassol associado ao feijão. O aspecto da maior disponibilidade hídrica deve estar associado com as populações de plantas utilizadas: 25 e 50 mil plantas/ha, em consórcio e em monocultivo, respectivamente. Ainda que na associação do girassol ao feijão houvesse elevada compensação no número de aquênios por capítulo (Tabela 5) e no peso de aquênios (Tabela 6), a disponibilidade hídrica não foi limitante para as 50 mil plantas/ha do monocultivo de girassol, o que talvez, pudesse ter ocorrido no experimento anterior. É provável que este aspecto esteja relacionado com o rendimento de 2.057 kg/ha obtido no monocultivo, comparando-se com o de 1.431 kg/ha obtido para o girassol associado ao feijão (Tabela 5). Através desta Tabela fica claro, também, que o número de aquênios por capítulo oriundo do monocultivo, foi bastante superior ao valor obtido em 81/82, evidenciando o efeito da maior disponibilidade hídrica aliada à população de plantas por área.

A mesma linha de raciocínio deve valer para as associações que envolveram a cultura do milho,

embora tivesse ocorrido período de deficiência hídrica em dezembro e janeiro (Fig. 1) mas, no ciclo total, as condições foram bem mais favoráveis que aquelas do experimento anterior. Então, o aspecto que pode explicar a compensação evidenciada pela cultura do milho consorciado ao feijão, observada através do número de grãos por espiga e do peso de grãos (Tabela 9), foi, justamente, este período de estresse hídrico registrado em dezembro (Fig. 1). Este período pode ter favorecido a menor população do milho no sistema consorciado e tê-lo prejudicado em monocultivo, já que o rendimento desta cultura exclusiva não foi muito elevado (Tabela 7). Deve ser considerado que entre o final de dezembro e início de janeiro houve a colheita do feijão e do girassol, havendo a possibilidade de o milho, livre da competição imposta por estas espécies, e com menor densidade populacional, ter sofrido com menor intensidade os efeitos do estresse hídrico. De maneira geral, dados do experimento anterior permitiram afirmar que o milho foi dominante sobre o feijão e dominado pelo girassol; e que no segundo ano passou a ser espécie ainda mais preponderante em relação ao feijão e em equilíbrio com o girassol, como mostram os valores dos UETs parciais registrados na Tabela 1.

A seguir, será analisado o comportamento do girassol e do milho nos diferentes sistemas de cultivo, conforme o manejo adotado. Para tanto, e também para visualizar o comportamento do feijão, esta cultura será utilizada como reagente, de forma a se ter uma noção das relações que se estabeleceram entre as espécies consorciadas.

É possível verificar o comportamento diferenciado do feijão, em relação ao manejo adotado, conforme o sistema de cultivo no qual esta espécie esteve inserida (Tabela 2). Pode ser verificado que a adição de N em cobertura mostrou efeito positivo sobre as variáveis do feijão exclusivo e consorciado com o milho. O feijão associado ao girassol não respondeu ao N em cobertura. Talvez a época de aplicação do adubo em cobertura possa ter sido um pouco tardia (38 dias após a emergência do feijão), porém houve resposta tanto no monocultivo quanto no feijão associado ao milho. O fato mais provável talvez seja que, nesta época, como o girassol se apresentava com elevada taxa de

crescimento (estádio da segunda folha alternada formada), tenha canalizado grande parte do nitrogênio para o seu desenvolvimento. Estes resultados confirmam aqueles do primeiro ano da pesquisa. O feijão associado ao girassol não respondeu à utilização de manejo mais tecnificado (mesmo com melhores condições de precipitação pluviométrica no segundo ano da pesquisa).

De outra forma, deve-se ressaltar o comportamento variável que o feijão mostrou quando associado ao milho, no que concerne ao efeito da cobertura nitrogenada (Tabela 2). A resposta positiva, quando da adição do adubo nitrogenado, foi muito mais para compensar os baixos valores obtidos para as variáveis do feijão associado ao milho sem N em cobertura. Já na ausência da adubação de cobertura, o milho foi mais competitivo em relação ao feijão do que o próprio girassol, evidenciando novamente o efeito da maior umidade disponível em relação ao ano anterior. Ou seja, sem nitrogênio em cobertura, mas com 25 mil plantas/ha e com maior umidade, a utilização dos recursos ambientes pelo milho foi superior à do girassol, tomando-se o feijão como testemunha, o que se comprova pela Tabela 2. Tal fato pode ser visualizado através da Tabela 7, onde aparecem os rendimentos individuais do milho. O rendimento do monocultivo de milho foi bastante baixo, sem nitrogênio em cobertura. Para as 50 mil plantas/ha do milho exclusivo, a competição por N foi limitante. Neste caso, apesar da competição ocasionada pelo feijão, as 25 mil plantas/ha do milho consorciado parecem ter sido mais adequadas, em virtude da limitação de nitrogênio. Estas colocações, em termos de população de milho, concordam com os resultados obtidos por Mundstock (1977).

Através da Tabela 2, verifica-se que a resposta do feijão associado ao milho à adição de N em cobertura foi, realmente, no sentido de compensar os baixos valores obtidos sem N. Tal constatação pode ser comprovada pelo fato anteriormente referido, de que o feijão associado ao girassol não respondeu ao N em cobertura. Logo, comparando-se os rendimentos do feijão associado ao girassol ou ao milho, quando houve adubação de cobertura, pode-se verificar que não houve diferença significativa, ao passo que sem N em cobertura o feijão foi mais afetado pelo milho (Tabela 2).

Por outro lado, houve maior competição exercida sobre o feijão pelo girassol, na presença de manejo mais tecnificado, embora sem reflexos no rendimento final (Tabelas 2 e 3). É possível detectar que, tanto na presença do nitrogênio em cobertura, quanto do controle de espécies daninhas, o número de legumes por planta de feijão foi mais influenciado negativamente pelo girassol do que pelo milho. Estes resultados confirmam aqueles do ano anterior, ou seja, a elevada depressão ocasionada pelo girassol ao componente número de legumes por planta de feijão, particularmente sob manejo mais tecnificado.

Esta colocação reforça o fato de que a maior coincidência temporal no ciclo, ocasionando maior competição, só se fez sentir com a utilização de tecnologia mais aprimorada. Sem N em cobertura o número de legumes por planta de feijão associado ao girassol foi similar ao registrado no monocultivo de feijão (Tabela 2). A disposição horizontal das folhas de girassol pode ter reduzido a penetração da radiação incidente até o feijão, diminuindo o número de legumes por planta através da competição por luz. Em última análise, sem N em cobertura, o feijão foi mais inibido pelo milho, provavelmente através da já referida competição por N. Quando houve a adição de N em cobertura, a competição por luz, ocasionada pelo girassol, foi a responsável pela maior inibição, já que, presume-se, as folhas de milho permitem maior passagem da radiação para o estrato aéreo inferior.

Para validar as colocações apresentadas, os rendimentos de grãos do feijão associado ao girassol, com nitrogênio em cobertura (Tabela 2) ou com controle de ervas (Tabela 3), deveriam ser inferiores aos obtidos no consórcio do feijão com o milho. Talvez este fato não tenha ocorrido em virtude do maior peso de grãos do feijão, embora sem diferença estatística, obtido no seu consórcio com o girassol. Este maior peso de grãos já havia sido obtido no ano agrícola 81/82 (com diferença significativa), evidenciando uma derradeira possibilidade de o feijão compensar o baixo número de legumes por planta. Neste caso, a competição sobre o feijão pode ter diminuído no final do ciclo, quando as folhas de girassol entraram em senescência.

Outra questão de interesse é averiguar se a utilização de manejo mais tecnificado foi benéfica

para a cultura do feijão em consórcio, tanto ao milho como ao girassol. Em relação ao efeito do N em cobertura (Tabela 2), as idéias já foram colocadas. Por outro lado, percebe-se que apenas o feijão exclusivo respondeu, em termos de controle de plantas daninhas, com aumentos no rendimento e no número de legumes por planta (Tabela 3). O feijão consorciado, quando não ocorreu o controle de ervas, deve ter sofrido o somatório das competições ocasionadas pelas culturas de estatura mais elevada e pelas espécies daninhas. Por outro lado, na associação do feijão ao girassol ou ao milho, a supressão das espécies daninhas poderia ter beneficiado apenas as culturas de maior porte, já que estas mostraram resposta positiva ao controle de ervas em quaisquer dos sistemas de cultivo (Tabelas 4 e 8). Deste modo, poderia haver a interpretação de que as espécies de porte mais elevado, consorciadas com o feijão, foram as únicas beneficiadas pela retirada da competição das plantas invasoras, canalizando para si a maior disponibilidade dos recursos do ambiente. O feijão consorciado, com ou sem controle de invasoras, mostrou igual comportamento (Tabela 3).

A comparação mais particularizada das capacidades competitivas de girassol e milho mostrou equilíbrio entre as duas espécies (Tabelas 5, 6, 7 e 9).

Quando do consórcio das duas espécies os rendimentos foram pouco superiores à metade dos valores obtidos nos monocultivos correspondentes (Tabelas 5 e 7). Aliás, tal fato proporcionou à associação um UET superior ao da unidade. No entanto, este aspecto de os rendimentos de girassol e milho terem diminuído, quando da associação entre as duas espécies, para um pouco acima de 50% do valor das monoculturas, denota que houve um comportamento semelhante e de equilíbrio entre elas. A observação do número de aquênios por capítulo de girassol, do número de grãos por espiga e do peso dos grãos de milho, parece sustentar a idéia do equilíbrio (Tabelas 5 e 9). A competição intra-específica registrada nas monoculturas com 50 mil plantas/ha manteve-se similar ou levemente superior à competição interespecífica, ocorrente na associação (25 mil plantas/ha de cada espécie).

No entanto, um comportamento um pouco diverso ocorreu para o peso de aquênios do girassol obtido na associação com o milho, quando houve adição da adubação de cobertura (Tabela 6). Uma possível explicação para a superioridade estatística desta característica, comparando-se-a com o valor obtido no monocultivo do girassol, quando houve a cobertura nitrogenada, pode ser atribuída à complementaridade temporal entre as culturas (girassol e milho), aliada à deficiência hídrica registrada no mês de dezembro (Fig. 1). A adição de N em cobertura deve ter proporcionado maior desenvolvimento vegetativo ao girassol, ocasionando aumento da competição na monocultura, ao passo que, dado o arranjo das culturas em condições de campo, a competição intra-específica, dentro da fileira deve ter sido menor para o girassol associado. Além disto, em dezembro, o milho ainda não estava em fase de enchimento de grãos, o que permitiu maior aproveitamento da radiação solar para o girassol com menor população, em relação à monocultura do girassol.

Deve ser ressaltado que estes resultados diferem bastante dos obtidos no ano anterior, quando o girassol suprimiu em maior grau o desenvolvimento do milho. Entretanto, considerando a semelhança no ciclo entre feijão e girassol, as Tabelas 7 e 9 evidenciaram claramente a maior competição ocasionada pelo girassol ao milho. O girassol não permitiu ao milho, da mesma forma que o feijão, compensar a menor população utilizada nos sistemas consorciados. Então, apesar do ciclo curto, a competição do girassol para com o milho foi apenas ligeiramente inferior à registrada dentro do próprio monocultivo do milho, o que pode ser visualizado na Tabela 7.

Provavelmente, a maior estatura do girassol, em comparação ao feijão, ocasionou maior competição por luz ao milho, e foi, em grande parte, responsável pelo maior efeito depressivo que o girassol causou ao milho.

## CONCLUSÕES

Constituindo este trabalho continuação da pesquisa desenvolvida no ano agrícola 81/82, as conclusões são as seguintes:

1. As três consorciações avaliadas proporcionaram maior eficiência na utilização da terra em relação às respectivas culturas exclusivas; esta maior eficiência ficou evidente tanto sob condições de deficiência como sob condições mais adequadas de disponibilidade hídrica.

2. A cultura do feijão em consórcio com o girassol foi dominada, sendo que o principal efeito competitivo do girassol ocorreu sobre o número de legumes por planta de feijão, e este efeito foi mais evidente no ano em que houve baixa precipitação pluvial.

3. A cultura do feijão consorciada ao milho também foi dominada; no ano de escassa precipitação pluvial a dominação foi menor, e no ano com disponibilidade hídrica o milho mostrou-se mais competitivo.

4. Quando ocorreu manejo mais tecnificado, houve maior aproveitamento deste manejo por parte do girassol ou do milho, em detrimento do feijão nestas associações.

5. Ocorreu equilíbrio entre as habilidades competitivas de girassol e milho quando existiu disponibilidade hídrica; no ano de deficiência hídrica, o girassol tornou-se a espécie dominante.

6. A utilização de menores populações de girassol e milho nas associações foi favorável quando ocorreu limitação dos recursos disponíveis.

7. Em condições de adequado suprimento hídrico e com baixa disponibilidade de nitrogênio, o milho exerceu maior efeito competitivo sobre o feijão do que o exercido pelo girassol.

8. Em condições de adequado suprimento hídrico e com alta disponibilidade de nitrogênio, o girassol exerceu maior efeito competitivo sobre o feijão do que o exercido pelo milho.

#### REFERÊNCIAS

- ANDREWS, D.J. & KASSAM, A.H. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: MULTIPLE cropping. Madison, ASA, 1976. p.1-9.
- AZAEI, A. Numerical characterization of the development of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, San Jose, 26(2):209-10, 1976.
- BELTRAME, J.F. de S.; TAYLOR, J.C.; CAUDURO, F. A. Probabilidade de ocorrência de déficits e excessos hídricos em solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, 1979. 79p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. p.165 (Boletim técnico, 30)
- CAMARGO, A.P. de. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 21(12):163-213, 1962.
- CROOKSTON, R.K. Intercropping; a new version of an old idea. *Crops Soils Mag.*, Madison, 28(9):7-9, 1976.
- FRANCIS, C.A.; FLOR, C.A.; PRAGER, M. Effects of beans association on yields and yield components of maize. *Crop Sci.*, Madison, 18(5):760-4, 1978.
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Colheita, tipo de cultivo e valor de produção dos principais produtos das lavouras temporárias, no ano de 1980, segundo a condição do produtor, a classe da atividade econômica e grupos de área total. In: \_\_\_\_\_. Censo agropecuário, Rio de Janeiro, 1980. p.134-5; 140-1. (Censo econômico)
- HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.*, Madison, 55(5):487-92, 1963.
- MACHADO, C.M.N. Eficiência da consorciação de culturas na utilização da terra e no controle de plantas daninhas. Porto Alegre, UFRGS, 1983. 120p. Tese Mestrado.
- MACHADO, C.M.N.; FLECK, N.G.; SOUZA, R.S. Comportamento dos componentes do rendimento de culturas consorciadas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 19(8):985-97, 1984b.
- MACHADO, C.M.N.; FLECK, N.G.; SOUZA, R.S. Eficiência na utilização da terra e rendimento das culturas em consórcio. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 19(3): 317-27, 1984a.
- MEAD, R. & WILLEY, R.W. The concept of a "land equivalent ratio" and advantages in yields from intercropping. *Exp. Agric.*, Cambridge, 16:217-28, 1980.
- MUNDSTOCK, C.M. Densidade de sementeira de milho para o Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS/ Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural, 1977. 35p.
- OSIRU, D.S.O. & WILLEY, R.W. Studies on mixtures of dwarf sorghum and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, 79:531-40, 1972.
- PORTES, T.A. & CARVALHO, J.R.P. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimentos em consorciação e em monocultivo de diferentes cultivares de milho e feijão. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(7):755-62, 1983.
- ROBINSON, R.G. Production and culture. In: SUNFLOWER science and technology. Madison, ASA, 1978. p.89-132.
- SANTA CECILIA, F.C. & VIEIRA, C. Associated cropping of beans and maize. I. Effects of bean cultivars



- with different growth habits. Turrialba, San Jose, 28(1):19-23, 1978.
- SIDDIQUI, M.Q.; BROWN, J.F.; ALLEN, S.J. Growth stages of sunflower and intensity indices for white blester and rust. *Plant Dis. Rep.*, St. Paul, 59(1): 7-11, 1975.
- SILVA, P.R.F. da. Girassol no cedo; alternativa para reduzir a capacidade ociosa da indústria de soja. *Lav. arroz.*, Porto Alegre, 36(343):20-2, 1983.
- VIEIRA, C. Índice de equivalência de área. *Inf. agropec.*, Belo Horizonte, 10(118):12, 1984.
- VIEIRA, S.A.; BEN, J.R.; GASTAL, F.L.C. Avaliação do cultivo de milho e feijão nos sistemas exclusivo e consorciado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(1): 19-26, 1980.
- WILLEY, R.W. Intercropping; its importance and research needs. Pt. 1. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstr.*, Hurley, 32(1):1-10, 1979.
- WILLEY, R.W. & OSIRU, D.S.O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, 79:571-29, 1972.